

# **PERANCANGAN BODI MOBIL *FORMULA STUDENT ELECTRIC* *VEHICLE***

*“Laporan ini Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kelulusan Program Sarjana Strata Satu (S1)  
program studi Teknik mesin Universitas Pasundan Bandung”*

## **SKRIPSI**

**Oleh:**

Kristyanto Primaditya

133030112



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS PASUNDAN**

**BANDUNG**

**2019**

## LEMBAR PENGESAHAN



Nama : Kristyanto primaditya

Nrp :133030112

**Dosen Pembimbing I**

**(Ir. Farid Rizayana, MT)**

**Dosen Pembimbing II**

**(Dr.Ir. Bambang Ariantera, MT)**

## ABSTRAK

Semakin berkurangnya bahan bakar fosil menjadi salah satu masalah pada kendaraan bermotor. Maka dari itu Mobil listrik menjadi solusi kendaraan dengan energi terbarukan. Mobil listrik adalah mobil yang digerakkan oleh motor listrik, menggunakan energi listrik yang disimpan dalam *accu*. Student Formula Japan merupakan salah satu dari 10 seri *Student Formula* dari berbagai benua di dunia yang dipayungi *Society Automotive Engineering* (SAE). Perlombaan ini bertujuan untuk mengembangkan kemampuan mahasiswa dalam mendesain, mengembangkan dan memfabrikasi mobil balap formula yang khususnya diperuntukkan bagi mahasiswa teknik mesin.

Perancangan dan analisa bodi formula student ini menggunakan software solidworks dikarenakan Software ini dipilih karena memiliki fitur-fitur untuk analisa yang lengkap. Perancangan bodi formula student ini dirancang sedemikian rupa sesuai dengan regulasi yang telah ditentukan. Pada perancangan ini dibuat 3 alternatif desain dengan perbedaan pada masing-masing desain terletak pada bagian *Nose Cone* saja, Pada bagian depan mobil dibuat lebih mengerucut ke depan dan bulat, sehingga luas permukaan bagian depan lebih kecil.

Berdasarkan perancangan yang dibuat dari desain 1, desain 2, dan desain 3 bahwa bentuk *Nose Cone* sangat berpengaruh terhadap nilai drag yang dihasilkan pada saat mobil melaju pada kecepatan tertentu, bentuk bodi yang mempunyai nilai *koefisien drag* yang kecil dikatakan sebagai bentuk aerodinamis dimana bentuknya adalah *stream line* atau yang mengikuti arah aliran udara. berdasarkan hasil grafik yang telah disimulasikan bahwa koefisien Drag dan koefisien lift dari variabel kecepatan 16,6 m/s, 22,2 m/s, 27,7 m/s, 33,3 m/s, 38,8 m/s, 44,4 m/s yaitu Desain 3 lah yang memiliki koefisien drag terkecil, jika dirata – ratakan dari semua kecepatan didapat nilai koefisien drag sebesar 0,4171776 dan nilai negatif lift (*downforce*) sebesar -0,069818.

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| LEMBAR PENGESAHAN .....                                | i    |
| KATA PENGANTAR .....                                   | iii  |
| DAFTAR ISI .....                                       | v    |
| DAFTAR GAMBAR.....                                     | viii |
| DAFTAR TABEL .....                                     | x    |
| BAB I.....   | 1    |
| PENDAHULUAN .....                                      | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                               | 1    |
| 1.2 Identifikasi masalah .....                         | 1    |
| 1.3 Tujuan .....                                       | 2    |
| 1.4 Ruang Lingkup.....                                 | 2    |
| 1.5 Metodologi.....                                    | 2    |
| 1.6 Sistematika Penulisan .....                        | 2    |
| BAB II .....   | 4    |
| STUDI LITERATUR .....                                  | 4    |
| 2.1 Pengertian <i>bodi</i> kendaraan.....              | 4    |
| 2.2 Konstruksi Bodi Kendaraan.....                     | 7    |
| 2.2.1 Konstruksi Terpisah ( <i>Composite</i> ).....    | 7    |
| 2.2.2 Konstruksi Menyatu ( <i>Monoque</i> ).....       | 7    |
| 2.3 Bodi Formula Student EV.....                       | 8    |
| 2.3.1 Syarat – syarat Bodi.....                        | 9    |
| 2.3.2 Komponen bodi Formula student dan fungsinya..... | 9    |
| 2.4 Fluida .....                                       | 11   |
| 2.4.1 Pengertian fluida Statis.....                    | 12   |
| 2.4.2 Pengertian Fluida Dinamis .....                  | 12   |

|                             |   |           |
|-----------------------------|---|-----------|
| 2.4.3                       | Macam – macam Aliran Fluida .....                           | 12        |
| 2.5                         | Aerodinamika.....   | 14        |
| 2.5.1                       | Studi Aerodinamika Pada Mobil .....                         | 15        |
| 2.5.2                       | Coefisient Drag.....  | 19        |
| 2.5.3                       | Coefisien Lift.....   | 20        |
| <b>BAB III</b>              | .....   | <b>21</b> |
| <b>TAHAPAN PENELITIAN</b>   | .....   | <b>21</b> |
| 3.1.                        | Diagram Alir .....  | 21        |
| 3.2.                        | Penjelasan Diagram Alir .....                               | 22        |
| <b>BAB IV</b>               | .....   | <b>23</b> |
| <b>DRAFT DESAIN</b>         | .....   | <b>23</b> |
| 4.1                         | Desain Bodi.....  | 23        |
| 4.2                         | Alternatif desain.....                                      | 24        |
| 4.2.1                       | Desain pertama .....  | 24        |
| 4.2.2                       | Desain kedua.....   | 24        |
| 4.2.3                       | Desain ketiga .....   | 25        |
| 4.3                         | Kebutuhan .....   | 25        |
| <b>BAB V</b>                | .....   | <b>30</b> |
| <b>SIMULASI DAN ANALISA</b> | .....   | <b>30</b> |
| 5.1                         | Tahapan Simulasi.....                                       | 30        |
| 5.2                         | Verifikasi simulasi .....                                   | 31        |
| 5.3                         | Flow Simulasi Bodi.....                                     | 34        |
| 5.4                         | Data hasil simulasi .....                                   | 37        |
| 5.4.1                       | Grafik perbandingan koefisien drag dan koefisien lift ..... | 38        |
| 5.5                         | Analisa .....   | 39        |
| <b>BAB VI</b>               | .....   | <b>40</b> |



|                         |    |
|-------------------------|----|
| KESIMPULAN .....        | 40 |
| 6.1    Kesimpulan ..... | 40 |
| DAFTAR PUSTAKA.....     | 41 |
| LAMPIRAN                |    |



## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2.1 Konstruksi <i>Bodi</i> Terpisah .....   | 7  |
| Gambar 2.2 Konstruksi <i>Bodi</i> Menyatu ( <i>Monocoque</i> ) .....                       | 8  |
| Gambar 2.3 formula student EV .....  | 8  |
| Gambar 2.4 Nose cone.....  | 9  |
| Gambar 2.5 Side pod .....  | 10 |
| Gambar 2.6 Diffuser .....  | 11 |
| Gambar 2.7 Ilustrasi Fluida mengalir .....   | 11 |
| Gambar 2.8 Jenis aliran turbulent dan laminar .....  | 13 |
| Gambar 2.9 Aerodinamika pada moil.....   | 14 |
| Gambar 2.10 Gaya aerodinamika pada kendaraan .....   | 15 |
| Gambar 2.11 gaya yang bekerja pada saat mobil melaju .....                                 | 16 |
| Gambar 2.12 Gaya tekan kebawah pada mobil .....  | 17 |
| Gambar 2.13 Frontal pressure pada kendaraan .....  | 18 |
| Gambar 2.14 <i>Rear Vaccum</i> pada kendaraan.....   | 18 |
| Gambar 2.15 Nilai Cd berbagai macam kendaraan.....   | 20 |
| Gambar 3.1 Diagram alir .....  | 21 |
| Gambar 4.1 Desain Bodi.....  | 23 |
| Gambar 4.2 Desain pertama .....  | 24 |
| Gambar 4.3 Desain kedua.....   | 24 |
| Gambar 4.4 Desain ketiga .....   | 25 |
| Gambar 4.5 kebutuhan aerodinamis bodi .....  | 25 |
| Gambar 4.6 <i>FSAE</i> Skidpad Layout.....   | 28 |
| Gambar 5.1 Tahapan proses simulasi ( <i>Flow Simulation</i> ) pada <i>SolidWorks</i> ..... | 30 |
| Gambar 5.2 Verifikasi <i>Solidwork</i> .....   | 31 |
| Gambar 5.3 Grafik koefisien drag solidworks.....   | 32 |
| Gambar 5.4 Grafik koefisien drag referensi .....   | 33 |
| Gambar 5.5 Grafik perbandingan verifikasi .....  | 33 |
| Gambar 5.6 Bagian bodi mobil yang disimulasikan.....                                       | 34 |
| Gambar 5.7 Menentukan kecepatan aliran fluida .....  | 35 |
| Gambar 5.8 Menentukan parameter yang ingin diketahui. ....                                 | 35 |
| Gambar 5.9 Parameter <i>Koefisien drag</i> pada <i>Solidwork</i> .....                     | 36 |

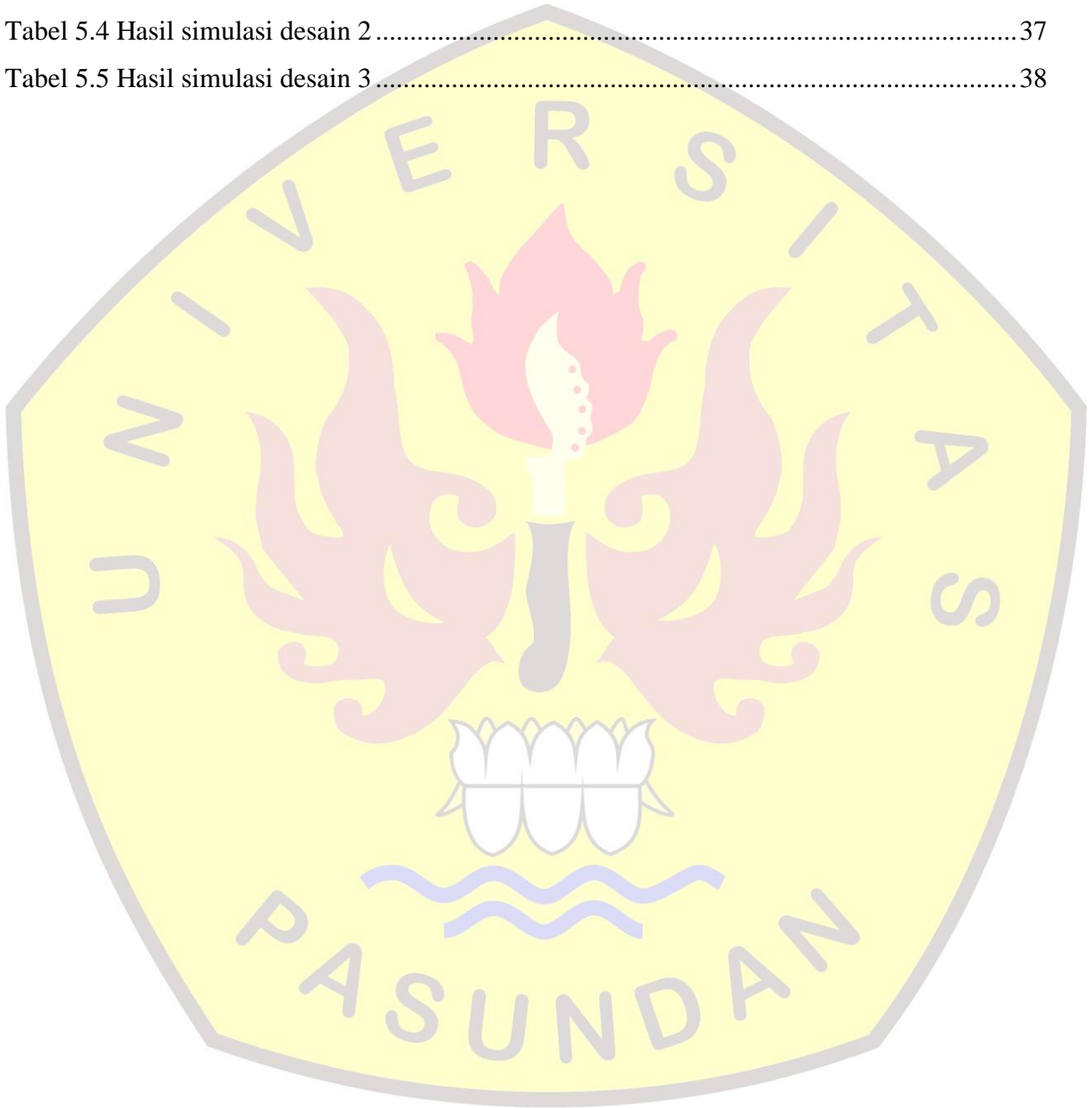
|  |    |
|--|----|
| Gambar 5.10 Hasil Simulasi.....                      | 36 |
| Gambar 5.11 Eksport ke excel .....                   | 37 |
| Gambar 5.12 Grafik perbandingan koefisien drag ..... | 38 |
| Gambar 5.13 Grafik perbandingan koefisien lift.....  | 38 |





## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 5.1 Variable kecepatan berdasarkan bilangan reynold .....               | 32 |
| Tabel 5.2 Variable kecepatan yang disimulasikan adalah sebagai berikut: ..... | 34 |
| Tabel 5.3 Hasil simulasi desain 1 .....                                       | 37 |
| Tabel 5.4 Hasil simulasi desain 2 .....                                       | 37 |
| Tabel 5.5 Hasil simulasi desain 3 .....                                       | 38 |



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Student Formula Japan merupakan salah satu dari 10 seri *Student Formula* dari berbagai benua di dunia yang dipayungi *Society Automotive Engineering* (SAE). Perlombaan dilakukan dengan menguji seluruh kendaraan, termasuk kemampuan desain dari tim yang berlomba. Dalam ajang kompetisi *Student Formula SAE* yang berlangsung di Jepang. Kompetisi ini bertujuan untuk mengembangkan kemampuan mahasiswa dalam mendesain, mengembangkan dan memfabrikasi mobil balap formula yang khususnya diperuntukkan bagi mahasiswa teknik mesin. Ajang ini sudah yang kesebelas kalinya semenjak pertama kali diadakan pada tahun 2003. Kompetisi ini diadakan oleh *Japan Society of Automotive Engineer* (JSAE) dan berlangsung di Ecopa stadium di Prefektur Shizuoka. Untuk penggerak mula pada mobil *Formula Student* dibagi menjadi dua, yaitu *Internal Combustion Engine Vehicles* dan *Electric Vehicles*. Untuk mobil yang akan dibuat yaitu jenis *Electric Vehicles*.

Semakin berkurangnya bahan bakar fosil menjadi salah satu masalah pada kendaraan bermotor. Maka dari itu Mobil listrik menjadi solusi kendaraan dengan energi terbarukan. Mobil listrik adalah mobil yang digerakkan oleh motor listrik, menggunakan energi listrik yang disimpan dalam *accu*. Penggunaan mobil ini efektif karena memiliki konstruksi mesin yang sederhana, selain tidak menyebabkan polusi udara dan pemborosan bahan bakar minyak. Mobil listrik juga menjadi salah satu kendaraan tanpa emisi yang sangat efektif untuk menekan angka polusi udara.

*Body* adalah struktur material yang menutupi rangka, komponen serta pengemudi yang berfungsi sebagai pelindung loncatan benda dari luar. *Body* juga merupakan media aerodinamis, dan unsur estetika untuk mempercantik tampilan mobil.

### 1.2 Identifikasi masalah

Bodi yang baik adalah bodi yang mempunyai bobot yang ringan sehingga tidak memberikan beban yang berlebih terhadap kendaraan sesuai aturan yang berlaku. Dalam Proposal Tugas Akhir ini, dirumuskan beberapa masalah antara lain :

1. Adanya hambatan aerodinamis pada permukaan bodi mobil yang mengakibatkan meningkatnya *koefisien Drag*.

2. Bagaimana simulasi *Flow* pada body mobil untuk memastikan besar kecilnya nilai drag dan koefisien drag.

### 1.3 Tujuan

Skripsi yang akan dilaksanakan ini mempunyai tujuan sebagai berikut:

1. Mendesain Bodi sesuai dengan regulasi Formula Student EV mobil listrik sehingga mendapatkan kinerja yang baik dan aman pada saat mobil dikendarai.
2. Menghasilkan rancangan bodi mobil yang mempunyai gaya hambat aerodinamis yang kecil.

### 1.4 Ruang Lingkup

Agar laporan dapat tersusun dengan terarah, maka harus disusun ruang lingkup dan batasan masalah:

- a. Perancangan Bodi mobil listrik sesuai dengan regulasi Formula Student EV.
- b. Akan digunakan simulasi pada *Solidworks*.

### 1.5 Metodologi

Untuk memudahkan penulis menyelesaikan tugas akhir ini, maka metodologi penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut

- a. Identifikasi Masalah
- b. Tinjauan pustaka
- c. Konsep desain
- d. Draft desain
- e. Simulasi dan Analisa
- f. Detail Desain
- g. Gambar Mesin

### 1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan kegiatan Skripsi ini disajikan melalui beberapa bab dan sub bab dengan tujuan untuk mempermudah penuangan ide dan proses pemeriksaan. Secara umum berikut sistematika penulisannya:

1. Bagian awal

Terdiri dari judul, lembar pengesahan, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, dan daftar table.

2. Bagian utama

Bagian ini terdiri dari 4 bab, yaitu:

BAB I : Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang masalah, identifikasi masalah, tujuan tugas akhir, ruang lingkup masalah, serta sistematika penulisan laporan.

BAB II : Studi literatur

Pada bab ini berisi tentang teori-teori yang menjadi dasar pemasalahan yang akan di bahas yang berguna sebagai referensi dalam pemecahan masalah.

BAB III : Tahapan penelitian berisi tentang langkah-langkah yang akan dilakukan pada Skripsi dan digambarkan dalam bentuk *flowchart*.

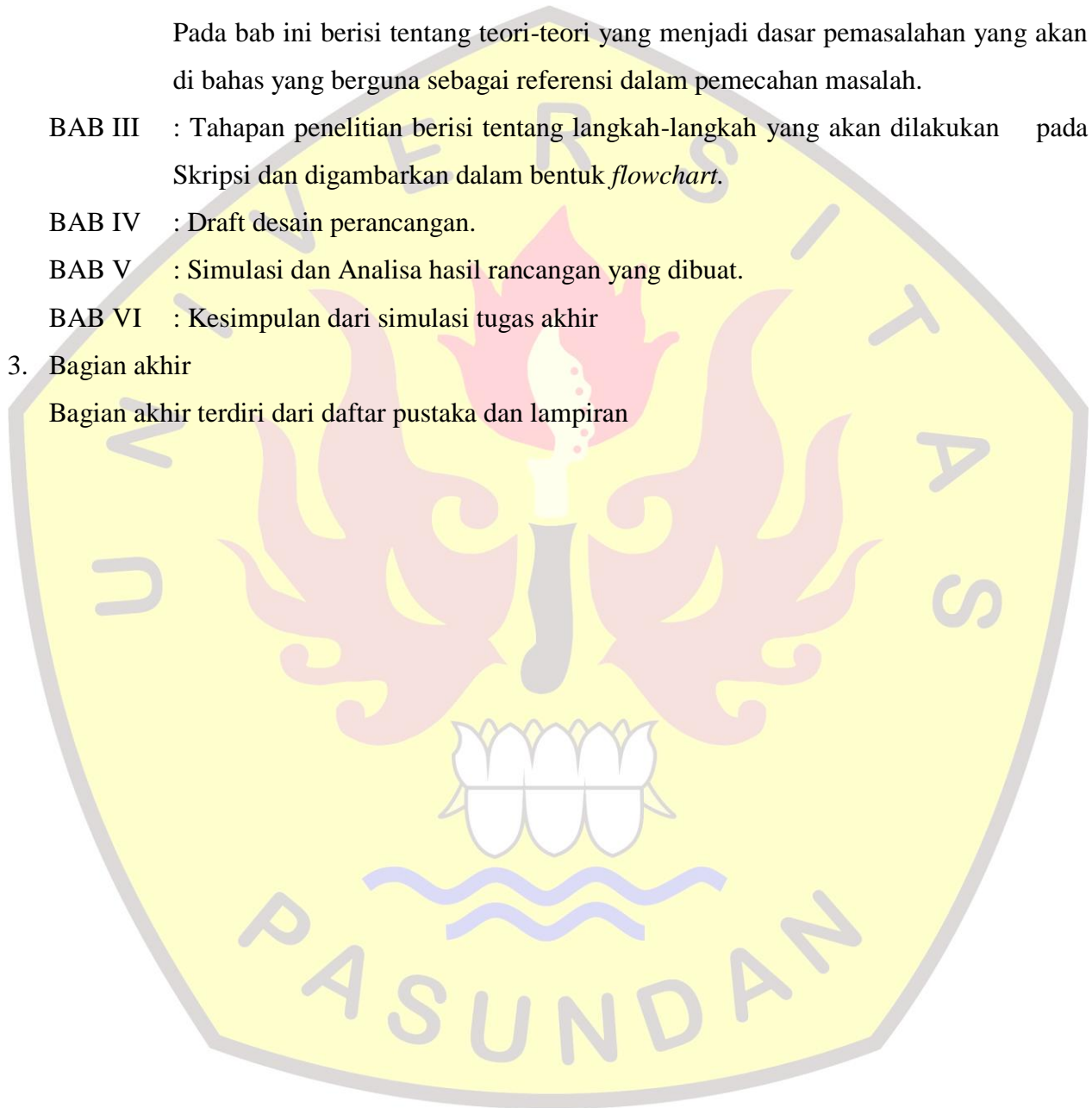
BAB IV : Draft desain perancangan.

BAB V : Simulasi dan Analisa hasil rancangan yang dibuat.

BAB VI : Kesimpulan dari simulasi tugas akhir

3. Bagian akhir

Bagian akhir terdiri dari daftar pustaka dan lampiran



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. A. Munandar, "DEVELOPMENT INTERIOR EKSTERIOR DENGAN EVALUASI BOBOT DAN KESETABILAN SEBAGAI MOBIL DRIFTING MITSUBISHI LANCER SL," 2017.
- [2] G. Dr. Herminarto Sf, S.Pd, "KONSTRUKSI UTAMA BODI KENDARAAN," *Fakultas Teknik UNY, Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif*, p. 68, 2004.
- [3] T. A. PAMUJI, "PERANCANGAN SISTEM PIPELINE MINYAK PREMIUM JALUR PEKANBARU - BATAM," *FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK MESIN, UNIVERSITAS DIPONEGORO*, p. 36, 2013.
- [4] JONATHAN, "DEFINISI ALIRAN FLUIDA ATAU ZAT CAIR," *universitas lampung*, p. 18, 2015.
- [5] Hp, "Tugas Aerodinamika," *PENDIDIKAN TEKNIK MESIN/FKIP/UNS/2012*, p. 17, 2012.
- [6] A. HAKIM, "Ketika objek bergerak melalui udara, terdapat gaya," *FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS LAMPUNG*, p. 51, 2013.
- [7] A. D. M. M. Wakid, "PENGEMBANGAN DESAIN PERANGKAT AERODINAMIK MOBIL FG16 DITINJAU DARI HASIL SIMULASI NUMERIK ALIRAN UDARA EKSTERNAL," *Jurnal Pendidikan Teknik Otomotif Edisi 122 XVIII*, p. 9, 2017.
- [8] M. K. Huda, "Regulasi 2019 formula sae (Pengerjaan Body dan Perangkat Aerodinamika)" *SAE international*, p. 5, 2018.
- [9] T. S. INTERNATIONAL, "2017-18 Formula SAE® Rules Table of Contents," *Formula SAE Rules*, p. 183, 2018.